

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-175172

(43)Date of publication of application : 30.06.1998

(51)Int.CI. B24D 3/00
B24D 5/12

(21)Application number : 08-336040 (71)Applicant : SHIN ETSU CHEM CO LTD

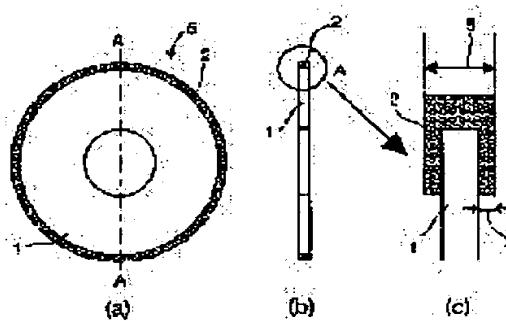
(22)Date of filing : 16.12.1996 (72)Inventor : YOSHIKAWA MASAO
MINOWA TAKEHISA

(54) MULTI DIAMOND GRINDING WHEEL FOR CUTTING RARE EARTH MAGNET

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To cut rare earth magnet with good dimensional accuracy and stably over a long period even if the peripheral cutting edge is thin by forming a base plate of a diamond peripheral cutting edge from cemented carbide having a specified Vickers hardness (Hv).

SOLUTION: A peripheral cutting edge 6 for cutting rare earth magnets of such a quite new structure where a cutting edge part 2 mainly composed of diamond abrasive grain is further fitted on a base plate 1 is used as a cutting edge of a multi diamond grinding wheel for cutting rare earth magnets. The material quality of the base plate 1 of the peripheral cutting edge 6 is cemented carbide having a Vickers hardness (Hv) ranging from 900 to 2,000. If the Vickers hardness (Hv) is less than 900, in the case of such a recess that cutting and grinding powder of rare earth magnets is caught in the recess part, the grinding wheel base plate is damaged to cause bending or waviness. If the Vickers hardness Hv exceeds 2,000, toughness is poor.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Best Available Copy

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-175172

(43)公開日 平成10年(1998)6月30日

(51)Int.Cl.*

B 24 D 3/00
5/12

識別記号

350

F 1

B 24 D 3/00
5/12

350

Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O.L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平8-336040

(22)出願日 平成8年(1996)12月16日

(71)出願人 000002060

信越化学工業株式会社

東京都千代田区大手町二丁目6番1号

(72)発明者 吉川 昌夫

福井県武生市北府2丁目1番5号 信越化
学工業株式会社磁性材料研究所内

(72)発明者 美濃輪 武久

福井県武生市北府2丁目1番5号 信越化
学工業株式会社磁性材料研究所内

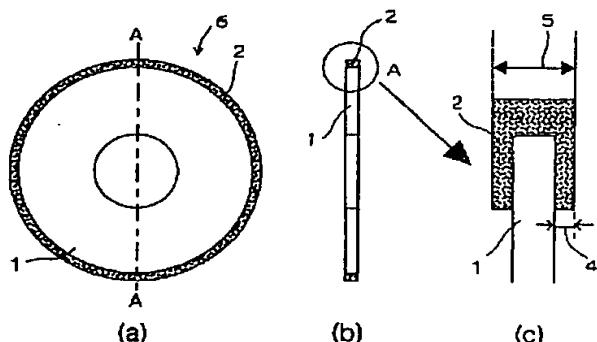
(74)代理人 弁理士 山本 亮一 (外1名)

(54)【発明の名称】 希土類磁石切断用マルチダイヤモンド砥石

(57)【要約】 (修正有)

【課題】 希土類磁石のマルチ切断において、刃厚が薄くても長期に亘り切断精度を維持しながら切断が可能であり、マルチ切断を能率よく、しかも切断加工代を極力小さくでき、材料歩留まりを向上させることができるこ
と。

【解決手段】 希土類磁石の外周刃6によるマルチ切断加工において、該外周刃を構成する台板1が、ピッカース硬度(Hv)で900~2000の超硬合金からなるダイヤモンド砥石を用いる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 希土類磁石をマルチ切断加工するマルチダイヤモンド砥石において、該砥石を構成するダイヤモンド外周刃の台板が、ピッカース硬度(Hv)で900～2000の超硬合金からなることを特徴とする希土類磁石切断用マルチダイヤモンド砥石。

【請求項2】 外周刃の台板が、外径200mm以下、厚み0.1～1mmの超硬薄板であり、切り刃である砥粒層の厚みが、超硬台板の厚みよりも片側で0.01～0.2mm、両側で0.02～0.4mm厚く、砥石の逃げが0.01～0.2mmである請求項1に記載の希土類磁石切断用マルチダイヤモンド砥石。

【請求項3】 マルチダイヤモンド砥石が、3～200枚のダイヤモンド外周刃と2～199枚のスペーサー及びシャフト部で構成される請求項1または2に記載の希土類磁石切断用マルチダイヤモンド砥石。

【請求項4】 外周刃の切り刃部に含有される砥粒は、ダイヤモンドあるいはcBNあるいはこれらの混合物からなり、その平均粒径が50～250μmの範囲内で、切り刃部における体積含有率が10～50%の範囲内である請求項1乃至3のいずれかに記載の希土類磁石切断用マルチダイヤモンド砥石。

【請求項5】 希土類磁石がR-F e-B系(RはYを含む希土類元素のうち少なくとも1種)からなる希土類焼結磁石である請求項1乃至4のいずれかに記載の希土類磁石切断用マルチダイヤモンド砥石。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、希土類焼結磁石をマルチ切断するのに用いられるマルチダイヤモンド砥石に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 希土類磁石の製品を作る場合、プレス成形の段階で1個取りする場合と大きなブロック状に成形し加工工程で切断する場合(多数個取り)がある。その概念図を図3に示す。1個取り(a)の場合、正常な焼結体を得ることができれば加工工程の負担が比較的少なく、如何にプレス成形、焼結を生産性高く行うかが製造上重要な点となる。但し、小さい製品や磁化方向の厚みの薄い製品を製造する場合、プレス成形、焼結において正常な形状の焼結体が得難くなり、いびつ、そりの大きな焼結体となり、ひどい場合には製品にならなくなる。それに対し、多数個取り(b)の場合、上述のような問題もなく、またプレス成形、焼結・熱処理等の工程で生産性が高く、汎用性もあるため希土類磁石製造の主流となってきた。但し、その後の工程である加工において切断工程が必要であり、いかに能率良く無駄なく切断加工できるかが重要なポイントとなってくる。

【0003】 希土類磁石の切断刃としては、薄板ドーナツ状円板の内周部分にダイヤモンド砥粒を接着したダ

イヤモンド砥石内周刃や、図1に示したような薄板円板を台板1としてその外周部分にダイヤモンド砥粒を接着したダイヤモンド砥石外周刃の2種類があるが、最近では特に生産性の点から外周刃を用いた切断が主流となってきた。すなわち、内周刃の場合、単刃切断であり生産性が低いのに対し、外周刃の場合、図2(a)、

(b)に示したような複数の外周刃6をスペーサー3を介して組み上げ、一度に多数個取りが出来るいわゆるマルチ切断が可能であるためである。

【0004】 このような外周刃のダイヤモンド砥粒の結合剤として、樹脂結合剤であるレジンボンド、金属結合剤であるメタルボンド及びメッキによる電着の3種類が代表的である。硬質材料である希土類磁石、特にR-F e-B系焼結磁石の切断には主にレジンボンドが用いられている。これは、レジンボンドのダイヤモンド砥粒を保持する強さ(保持力)がメタルボンドに比べて弱く、低強度、低弾性率であるため当りが柔らかく、切れ味に優れているためである。メタルボンドのような高強度、高弾性率のボンドは、砥粒保持力、耐摩耗率に優っているもののレジンボンドに比べ目詰まりし易く、切断抵抗が大きくなる欠点があるが、レジンボンドよりも耐久性に優れるため、少しづながらR-F e-B系焼結磁石の切断工程にも使われている。

【0005】 切断砥石を使用して希土類磁石を切断加工する時、前述のようにある大きさのブロックを切断して多数の製品を切り出す場合には、切断砥石の刃厚と被切断物(希土類磁石)の材料歩留まりとの関係が非常に重要となり、出来るだけ薄い刃を用いてしかも精度良く切断し切断加工代を少なくし、得られる製品の数を多くして材料歩留まりを上げ、生産性を高めることが肝要である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 材料歩留まりの観点から、薄い切断刃にするためには、当然砥石台板を薄くする必要がある。図1及び図2の外周刃の場合、その砥石台板1の材質として従来は主に材料コスト及び機械強度の点から鉄鋼材料が用いられており、特に実用化されているものとして、JIS規格でSK、SKS、SKD、SKT、SKH等と規定される合金工具鋼が専ら使用してきた。しかし、希土類磁石のような硬質材料を薄い外周刃2によって切断しようとすると、前述した従来の合金工具鋼の合板では機械強度が不足し、切断に際し曲がりなどの変形を生じ寸法精度が失われてしまう。

【0007】 更に、砥石台板1の薄板化に伴い、以下に説明するような問題点が発生する。一般に、図1に示したように、ダイヤモンド砥粒層(切り刃部)2を砥石台板1の表面から0.01～0.2mm突き出させて、被切断物との間に隙間4(以下、逃げと表記する)が設けられている。この逃げ4は、被切断物に切断砥石が深く切り込んだ際に被切断物から発生する切断研削粉を排除する役目

をしている。切断加工代すなわち刃厚5を小さくするには、砥石台板1はもちろん逃げ4を出来るだけ小さくする必要がある。薄板砥石台板による切断加工の問題点の一つは、逃げが小さすぎるため切断研削粉を排除しきれなくなり、これが被切断物と砥石台板の間に挟まって砥石台板に傷をつけてしまうことである。特に、被切断物が希土類磁石の場合、従来の砥石台板に用いられる合金工具鋼と同程度又はそれ以上の硬さを持ち、かつ脆いため、これらの切断破片が逃げから排除されず高速回転する砥石台板と被切断物の間に挟まると砥石台板に傷をつけることになる。砥石台板にこのような傷がつくと、傷部の塑性変形が原因となって砥石台板表裏の応力バランスが狂い、曲がりやうねり等の変形が砥石台板に発生する。薄い砥石台板であるほど小さな傷によってこのような曲がりやうねりが大きく発生する。一度このような傷によって砥石台板が変形してしまうと、切断時の応力がこの変形した砥石台板を更に変形させるように加わり、曲がりやうねりは助長されるので、得られた切断物の寸法精度は大きく失われることになる。

【0008】特に、マルチ切断の際には、切断刃間の間隔によって切断寸法が決定されるため、台板に曲がりやうねり等の変形が生じたり、変形量が経時変化するようになると、寸法精度確保のために切断刃間の間隔の調整（スペーサー厚の調整）を頻繁に行うことになり生産性を落としたり、目標とする取り数が取れなかったりする場合があり非常に問題であった。本発明は、このような問題点を解決した、希土類磁石切断用マルチダイヤモンド砥石を提供しようとするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、かかる問題を解決すべく鋭意検討した結果、希土類磁石をマルチ切断加工するマルチダイヤモンド砥石を構成するダイヤモンド外周刃の台板が、ビッカース硬度（Hv）で900～2000の超硬合金からなる希土類磁石切断用マルチダイヤモンド砥石を用いることによって、薄い外周刃であっても寸法精度が良く長期に亘り安定して希土類磁石の切断が可能であり、マルチ切断を生産性高く行えることを見いだし本発明を完成させた。

【0010】

【発明の実施の形態】すなわち、本発明は下記（1）～（5）からなる構成と実施の形態によって、前記問題点を解決するものである。

（1）希土類磁石をマルチ切断加工するマルチダイヤモンド砥石において、該砥石を構成するダイヤモンド外周刃の台板が、ビッカース硬度（Hv）で900～2000の超硬合金からなることを特徴とする希土類磁石切断用マルチダイヤモンド砥石。

（2）外周刃の台板が、外径200mm以下、厚み0.1～1mmの超硬薄板であり、切り刃である砥粒層の厚みが、超硬台板の厚みよりも片側で0.01～0.2mm、両側で0.02～

0.4mm厚く、砥石の逃げが0.01～0.2mmである上記に記載の希土類磁石切断用マルチダイヤモンド砥石。

（3）マルチダイヤモンド砥石が、3～200枚のダイヤモンド外周刃と2～199枚のスペーサー及びシャフト部で構成される上記に記載の希土類磁石切断用マルチダイヤモンド砥石。

（4）外周刃の切り刃部に含有される砥粒は、ダイヤモンドあるいはcBNあるいはこれらの混合物（以下、これらをダイヤモンド砥粒と総称する）からなり、その平均粒径が50～250μmの範囲内で、切り刃部における体積含有率が10～50%の範囲内である上記に記載の希土類磁石切断用マルチダイヤモンド砥石。

（5）希土類磁石がR-Fe-B系（RはYを含む希土類元素のうち少なくとも1種）からなる希土類焼結磁石である上記に記載の希土類磁石切断用マルチダイヤモンド砥石。

【0011】以下、本発明を詳細に説明する。図1は本発明のダイヤモンド砥石の構造の一例を示したもので、

（a）は上面図、（b）はA-A線縦断面図、（c）は外周端部拡大図であり、また図2は本発明のダイヤモンド砥石によるマルチ組みの構造の一例を示したもので、（a）は概念図、（b）は断面図である。図中、1は台板、2は砥粒層（切り刃部）、3はスペーサー、4は逃げ、5は刃厚（切断加工代）、6は外周刃をそれぞれ示している。本発明の最大の特徴は、硬くて脆い硬質材料である希土類磁石をマルチ切断する際の薄い切断刃として、外周刃6の台板1の材質を、ビッカース硬度（Hv）で900～2000の超硬合金とすることがある。超硬合金は、元来それ自体が切断刃として使用できるほど、硬くて強度のある材料である。実際に、超硬合金のみで作られた切断刃が、木材、石材、繊維、プラスチック、タバコのフィルター等の切断用に広く実用的に使用されている。本発明では、この本来刃物となるべき超硬合金の台板1の上に、更にダイヤモンド砥粒を主材料とした切り刃部2を取付けた全く新しい構造の希土類磁石切断用の外周刃6を、希土類磁石切断用マルチダイヤモンド砥石の切断刃として用いるものである。

【0012】希土類磁石を薄い外周刃で切断する場合、その構造上台板の材質が非常に重要である。従来の合金工具鋼に比べ、切断時に力を受けても曲がりやうねりの出ない薄い砥石台板になり得る材質を種々検討した結果、超硬合金が最も適していることを見出した。硬さの点で言えばアルミニウムセラミックスの方が優れているが、脆性に乏しく、特に被加工物が希土類磁石の場合、切断中に衝撃で割れてしまうことがしばしばあり非常に危険で、薄い砥石台板に適さない。超硬合金は、WC-TiC-MoC-NbC-TaC-Cr₃C₂などのIVa、Va、VIa族に属する金属の炭化物粉末をFe、Co、Ni、Mo、Cu、Pb、Snまたはこれらの合金を用いて焼結結合した合金であり、これらの中でも特にWC-Co系、WC-TiC-Co系、WC-TiC-TaC-Co系の合金

が代表的である。本発明における希土類磁石マルチ切断用超硬合金台板として、該超硬合金のピッカース硬度（H_v）は900～2000の範囲内である必要がある。希土類磁石のピッカース硬度（H_v）は組成にもよるが400～800であり、超硬合金と言えどピッカース硬度（H_v）が900未満では、前述のように希土類磁石の切断研削粉が逃げ部に挟まるような逃げの場合、砥石台板に傷をつけ、結果的に曲がりやうねりを発生し、助長するので適さない。また、ピッカース硬度（H_v）が2000を超えると、切断研削粉が逃げ部に挟まつても砥石台板自体に傷をつけることはないが、韌性に乏しく、特に被加工物が希土類磁石の場合、切断中に衝撃で割れてしまうこともしばしばあり、非常に危険で、薄い砥石台板には適さない。

【0013】マルチダイヤモンド砥石に使用的するダイヤモンド外周刃の枚数は、3枚未満ではマルチ切断の効果が小さく、また200枚を超えると砥石の重さが大きすぎ実用上困難となるため、3～200枚とする。砥石の両端は切断刃となるので、スペーサーの枚数は2～199枚となる。ダイヤモンド外周刃及びスペーサーはシャフト部に組み込んで使用される。

【0014】超硬合金台板の外周部にダイヤモンド粉末の砥粒を結合剤を用いて固着させて本発明の外周切断刃とするわけだが、結合剤についてはレジンボンドに限らず、メタルボンド、ビトリファイドボンド、電着ボンド等のいずれの方法でもかまわない。つまり、超硬合金を用いることで台板自体に剛性があり、この中で最も切断抵抗の大きなメタルボンドを用いても十分切断精度を維持した状態で切断加工が可能なためである。前述のように、メタルボンドを用いることができるとレジンボンドに比べ耐摩耗性が向上でき、結果として外周刃の長寿命化が果たせ、一度組み上げたマルチ刃をばらすことなく長期に渡って使用可能となり、希土類磁石のマルチ切断には非常に効果的である。

【0015】切り刃であるダイヤモンド砥粒層の厚みは、台板の厚みよりも片側で0.01～0.2mm、両側で0.02～0.4mm厚く、すなわち砥石の逃げが0.01～0.2mmとする。砥石の逃げは、0.2mmを超えると切断粉は挟まらないが材料歩留まりが下がってしまう。また、0.01mm未満では台板が傷付きにくいものの、逃げが小さすぎるため、切断粉が詰まつて切断ができない。

【0016】台板外周の砥粒層部（切り刃部）に含有される砥粒はダイヤモンドのみとは限らず、cBN砥粒（立方晶窒化ほうそ）あるいはダイヤモンドの砥粒とcBN砥粒との混合でもよい。ただし、砥粒層部中のダイヤモンド砥粒の体積含有率が重要であり、ダイヤモンド砥粒の体積含有率が10%未満では切断に寄与するダイヤモンド砥粒が少なすぎて切れ味が悪くなり、切断速度を極端に遅くせざるを得なくなり切断能率が低くなってしまう。また、50%を超えると逆に結合剤が少なすぎてダイ

ヤモンド砥粒を保持する力が減少し、希土類磁石のような硬い被切断物では砥粒が切断に十分寄与せずに脱粒してしまう。従って、本発明における希土類磁石切断用外周刃のダイヤモンド砥粒の砥粒層部に対する体積含有率を10～50%と限定する。

【0017】さらに、砥粒の粒度についても検討した結果、ダイヤモンド砥粒の平均粒度が50～250μmの範囲内であることを見いだした。希土類磁石を切断するに際し、平均粒径が50μm未満の砥粒を用いると、砥粒の突き出しが悪いため目詰まりし易く切断能率が低くなってしまう。また、平均粒度が250μmを超えると切断能率は高いものの、希土類磁石の切断面粗さが悪くなったり、いくら台板を薄くしても砥粒層部の厚みが厚くなり、結果として薄い外周刃が得られない等の不都合を生じるためである。

【0018】台板自体にそりやうねりが生じ寸法精度が良くない場合、それを反映して切断後の希土類磁石の寸法精度が悪くなり、結果的に切断加工代が多くなり問題である。台板のそりやうねりは台板が薄くなるほど、また直徑が大きくなるほど発生し易くなり、精度のよい台板自体の製作が困難になる。本発明の超硬合金台板については精度良い台板自体が製作可能であり、希土類磁石を寸法精度良くしかも長期に渡り安定して切断可能な台板寸法について検討した結果、外径200mmΦ以下であり、かつ厚みが0.1～1mmの範囲内であることを見いだした。すなわち、外径が200mmΦを超えると、また外径が200mmΦ以下であっても厚みが0.1mm未満の場合、大きなそりが発生し、寸法精度の良い超硬合金自体の製作が不可能となる。更に、厚みが1mmを超えると従来の合金工具鋼製の台板でも精度良く希土磁石を切断可能となるが、切断加工代が大きくなりすぎ、本発明の主旨の材料歩留まりの向上から外れる等の理由のため範囲外となる。さらに、台板の外径が200mmΦを超えると薄板を得るためにコストがかかりすぎる。また、厚みが0.1mm未満では薄すぎて割れてしまう。

【0019】本発明の希土類磁石切断用マルチダイヤモンド砥石を特にR-F_e-B系（RはYを含む希土類元素の内少なくとも1種、以下同じ）の希土類焼結磁石に適用すれば、本発明の効果が顕著に現れ非常に有用である。これらの磁石は以下のように製造される。R-F_e-B系希土類焼結磁石は、通常、重量百分率で5～40%のR、50～90%のF_e、0.2～8%のBからなる。磁気特性や耐食性を改善するために、C、Al、Si、Ti、V、Cr、Mn、Co、Ni、Cu、Zn、Ga、Zr、Nb、Mo、Ag、Sn、Hf、Ta、Wなどの添加元素を加えることが多い。これらの添加物の添加量は、Coの場合30重量%以下、その他の元素の場合には8重量%以下とするのが普通である。これ以上の添加物を加えると逆に磁気特性を劣化させてしまう。R-F_e-B系希土類焼結磁石の製造方法は以下の通りである。原料金属を秤量して、溶解、鋳造し、得られた合金を平均粒径1～

20 μ mまで微粉碎しR-Fe-B系希土類永久磁石粉末を得る。その後磁場中で成形し、次いで1000~1200°Cで0.5~5時間焼結し、更に400~1000°Cで熱処理を行いR-Fe-B系希土類焼結磁石を得る。本発明の作用は、ピッカース硬度(Hv)で900~2000の超硬合金を用いたダイヤモンド砥粒外周刃を使って、複数枚組み上げた外周マルチ切断を行うことにより、薄い外周刃でも希土類磁石を精度良く長期に亘って安定して切断加工でき、切断コストの削減、生産性の向上、材料歩留まりの向上に寄与することである。

【0020】

【実施例】以下、本発明を実施例と比較例を挙げて具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

実施例1、比較例1

ピッカース硬度(Hv)1500を有する超硬合金(WC-90wt%Co-10wt%の組成)を115mm ϕ × 40mm ϕ × 0.3mmのドーナツ状孔あき薄板円板に加工し、砥石台板とした。次いで、砥石台板の外周部に結合剤にレジンを使用するレジンボンド法によりダイヤモンド砥粒を固着し、外周切断刃を作製した。すなわち、円板砥石形状の金型に該超硬合金の台板をセットし、この外周部分に熱硬化性フェノール樹脂をバインダーとし、平均粒径150 μ mの人工ダイヤモンドを体積含有率で25% (砥粒25%、レジン75%)に混合した粉末を充填し、次いでプレスにより砥石形状に成形した後、金型にセットしたまま180 °Cで2時間加熱硬化させ、冷却後ラップ盤にて刃厚0.4mm (逃げ0.05mm)に仕上げ加工し、希土類磁石用ダイヤモンド砥石外周刃とした。

【0021】また、比較例1として実施例1と同形状のSKD (工具用合金JIS) 製砥石台板を用いて、前記同様*

*にダイヤモンド砥粒の固着を行い、刃厚0.4mmのSKD製ダイヤモンド砥石外周刃を製作した。

【0022】実施例1及び比較例1で作製した外周刃を用いて、Nd-Fe-B系希土類焼結磁石を被切断物として切断試験を行った。表1にその結果を示した。尚、切断試験は次のような条件で行った。実施例1及び比較例1で作製した外周刃を各々1.6mm間隔でマルチに組んで(切断後の希土類磁石の狙い寸法は1.5mm)、回転数6000rpm、切断速度22mm/minで被切断物を切断した。マルチ組みした外周刃間のスペーサー形状として80mm ϕ × 40mm ϕ × 1.6mmを用いた。また、被切断物であるNd-Fe-B系希土類焼結磁石は長さ50mm × 幅30mm × 高さ15mmを用い、長さ方向に外周刃をマルチ組みし、一度に1.5mm厚の製品を多数個取りした。その時、実施例1及び比較例1共に磁石1ブロックから26枚取りであった。実施例1及び比較例1で作製した外周刃を用いて切断された希土類磁石はすべて中央部の厚みをマイクロメーターで測定し、切断寸法管理幅内1.5 ± 0.05mmであれば合格とし、寸法が外れた場合には、スペーサー厚みを調整し管理幅内に入るようにマルチ修正を行った。更に、同じ外周刃の位置でスペーサー調整を3回以上実施の場合には、外周刃の安定がないものと判断し、新しい外周刃と交換した。このような条件下、1000ブロック切断し評価結果とした。表1から明らかなように、本発明のNd-Fe-B系希土類焼結磁石のマルチ切断に本発明のマルチダイヤモンド砥石を使うことによって、刃厚が薄くても長期に亘り寸法精度が安定し、スペーサー厚調整、外周刃の交換等が全くいらなくなり、生産性の向上が図れることが確認された。

【0023】

【表1】

| マルチ刃 枚数 (枚) | 200 ブロック 切断時 | | 400 ブロック 切断時 | | 600 ブロック 切断時 | | 800 ブロック 切断時 | | 1000 ブロック 切断時 | |
|-------------------|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|------------------|----|
| | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B |
| 実施例1 | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 比較例1 | 27 | 16 | 3 | 28 | 7 | 46 | 12 | 61 | 19 | 92 |

A : スペーサー調整回数

B : 外周刃交換回数

【0024】実施例2、比較例2、比較例3

ピッカース硬度(Hv)1250を有する超硬合金(WC-85wt%Co-15wt%の組成)を125mm ϕ × 40mm ϕ × 0.4mmのドーナツ状孔あき薄板円板に加工し、砥石台板とした。次いで、実施例1と同様にレジンボンドを結合剤として刃厚0.5mm (逃げ0.05mm)の外周切断刃を作製した。用いたダイヤモンドの平均粒径は120 μ m、ダイヤモンドの体積含有率は20% (砥粒20%、レジン80%)とした。

【0025】また、比較例2として、ピッカース硬度(Hv)800を有する超硬合金性砥石台板(125mm ϕ × 40mm ϕ × 0.4mm)を用い、実施例2と同様にダイヤモンド

砥粒の固着を行い、刃厚0.5mmの外周切断刃を作製した。また、比較例3として、実施例2より厚みの厚い(125mm ϕ × 40mm ϕ × 0.9mm)SKD製砥石台板を用いて、実施例2と同様にダイヤモンド砥粒の固着を行い、刃厚1.0mmのSKD製ダイヤモンド砥石外周刃を作製した。

【0026】実施例2、比較例2及び比較例3で作製した外周刃を用いて、Nd-Fe-B系希土類焼結磁石を被切断物として切断試験を行った。表2にその結果を記載した。尚、切断試験は次のような条件で行った。実施例2、比較例2及び比較例3で作製した外周刃を各々1.

1mm 間隔でマルチに組んで（切断後の希土類磁石の粗い寸法は1.0mm）、回転数5500rpm、切断速度18mm/minで被切断物を切断した。マルチ組みした外周刃間のスペーサー形状として80mmφ×40mmφ×1.1mmを用いた。また、被切断物であるNd-Fe-B系希土類焼結磁石は長さ50mm×幅30mm×高さ20mmを用い、長さ方向に外周刃をマルチ組みし、一度に1.0mm厚の製品を多数個取りした。その時、比較例3では磁石1ブロックから24枚取りであったのに対し、実施例2及び比較例2では外周刃が薄いため33枚取りが可能であった。実施例2、比較例2及び比較例3で作製した外周刃を用いて切断された希土類磁石はすべて中央部の厚みをマイクロメーターで測定*

*し、切断寸法管理幅内1.0±0.05mmであれば合格とし、寸法が外れた場合には、実施例1同様スペーサー厚の調整を行った。更に、同じ外周刃の位置でスペーサー調整を3回以上実施の場合には、外周刃の安定性がないものと判断し、新しい外周刃と交換した。結果を表2に示す。表2から明らかのように、Nd-Fe-B系希土類焼結磁石のマルチ切断に本発明のマルチダイヤモンド砥石を使うことによって、材料歩留まりが向上し、しかも寸法精度が安定し希土類磁石のマルチ切断を効率よく行えることが確認された。

【0027】

【表2】

| | マルチ刃 枚数 (枚) | Nd-Fe-B 磁石 1ブロックから の取り数 (枚) | 材料 歩留まり (%) | 1000ブロック切断時までの | |
|------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| | | | | スペーサー 調整回数 (回) | 外周刃交換 回数 (回) |
| 実施例2 | 34 | 33 | 66 | 0 | 0 |
| 比較例2 | 34 | 33 | 66 | 28 | 4 |
| 比較例3 | 25 | 24 | 48 | 31 | 6 |

【0028】実施例3、比較例4

ピッカース硬度(HV)1100を有する超硬合金(WC-80wt%Co-20wt%の組成)を100mmφ×40mmφ×0.3mmのドーナツ状孔あき薄板円板に加工し、砥石台板とした。次いで、砥石台板の外周部に結合剤にメタルを使用するメタルボンド法によりダイヤモンド砥粒を固着し、外周切断刃を作製した。製作工程は実施例1と同様であるが、バインダーとしてCu-70wt%Sn-30wt%の組成からなる粉末を用い、砥粒として平均粒径100μmの人工ダイヤモンド及びcBNを重量比で1:1に混合した粉末を体積含有率で15% (砥粒15%、メタルバインダー85%) になるように配合した。なお、プレス後の加熱焼成は700℃×2時間行い、次いで仕上げ加工を施し、刃厚0.4mm(逃げ0.05mm)の希土類磁石用ダイヤモンド砥石外周刃とした。

【0029】また、比較例4として実施例3と同形状のSKH(高速度鋼)製砥石台板を用いて、実施例3と同様にダイヤモンド砥粒の固着を行い、刃厚0.4mmのSKH製ダイヤモンド砥石外周刃を作製した。

【0030】実施例3及び比較例4で作製した外周刃を用いて、Nd-Fe-B系希土類焼結磁石を被切断物として実施例1と同様な切断試験を行った。表3にその結果を示した。尚、切断試験は次のような条件で行った。実施例3及び比較例4で作製した外周刃を各々1.3mm間

隔でマルチに組んで（切断後の希土類磁石の粗い寸法は1.2mm）、回転数8000rpm、切断速度25mm/minで被切断物を切断した。マルチ組みした外周刃間のスペーサー形状として75mmφ×40mmφ×1.3mmを用いた。また、被切断物であるNd-Fe-B系希土類焼結磁石は長さ50mm×幅30mm×高さ10mmを用い、長さ方向に外周刃をマルチ組みし、一度に1.2mm厚の製品を多数個取りした。その時、実施例3及び比較例4共に磁石1ブロックから31枚取りであった。実施例3及び比較例4で作製した外周刃を用いて切断された希土類磁石はすべて中央部の厚みをマイクロメーターで測定し、切断寸法管理幅内1.2±0.05mmであれば合格とし、寸法が外れた場合には、実施例1同様スペーサー厚みを調整し管理幅内に入るようマルチ修正を行った。更に、同じ外周刃の位置でスペーサー調整を3回以上実施の場合には、外周刃の安定性がないものと判断し、新しい外周刃と交換した。表3から明らかのように、Nd-Fe-B系希土類焼結磁石のマルチ切断に本発明のマルチダイヤモンド砥石を使うことによって、メタルボンドの薄刃であっても精度良く、また長期に亘って安定して切断可能であることが確認された。

【0031】

【表3】

11

| | マルチ刃枚数 (枚) | 2000ブロック 切断時 | | 4000ブロック 切断時 | | 6000ブロック 切断時 | | 8000ブロック 切断時 | | 10000ブロック 切断時 | |
|------|---------------|-----------------|---|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|------------------|----|
| | | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B |
| 実験例3 | 32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 比較例4 | 32 | 22 | 4 | 41 | 11 | 78 | 18 | 125 | 36 | 161 | 47 |

A : スペーサー調整回数
B : 外周刃交換回数

【0032】

【発明の効果】本発明のマルチダイヤモンド砥石を用いて希土類磁石をマルチ切断すれば、刃厚が薄くても長期に亘り切断精度を維持しながら切断が可能であり、マルチ切断を能率よく、しかも切断加工代を極力小さくできるので材料歩留まりを向上させることができ、産業上その利用価値は極めて高い。

【図面の簡単な説明】

【図1】ダイヤモンド砥石外周刃の構造を示した図で、(a)は上面図、(b)はA-A線縦断面図、(c)は外周端部Aの拡大図である。

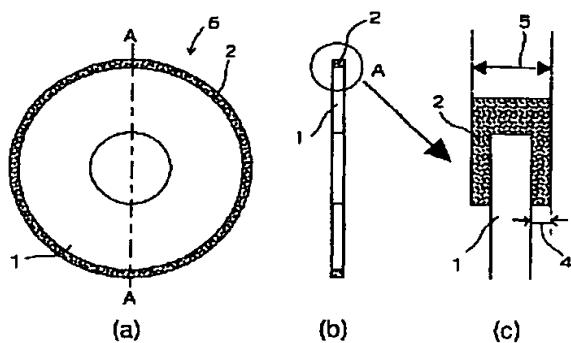
【図2】外周刃によるマルチ組みの構造を示した図で、(a)は概念図、(b)は断面図である。

10 【図3】希土類磁石製品製作工程の概念図で、(a)は1個取りの場合、(b)は多数個取りの場合を示した図である。

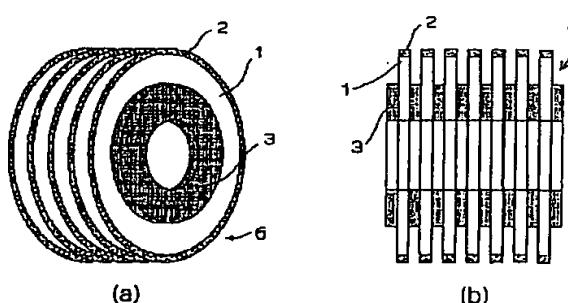
【符号の説明】

- 1……台板
- 2……砥粒層（切り刃部）
- 3……スペーサー
- 4……逃げ
- 5……刃厚（切断加工代）
- 6……外周刃
- 7 1…希土類磁石（プレス成形後）
- 7 2…希土類磁石（焼結・熱処理後）
- 7 3…希土類磁石（研磨加工後）

【図1】



【図2】



【図3】

